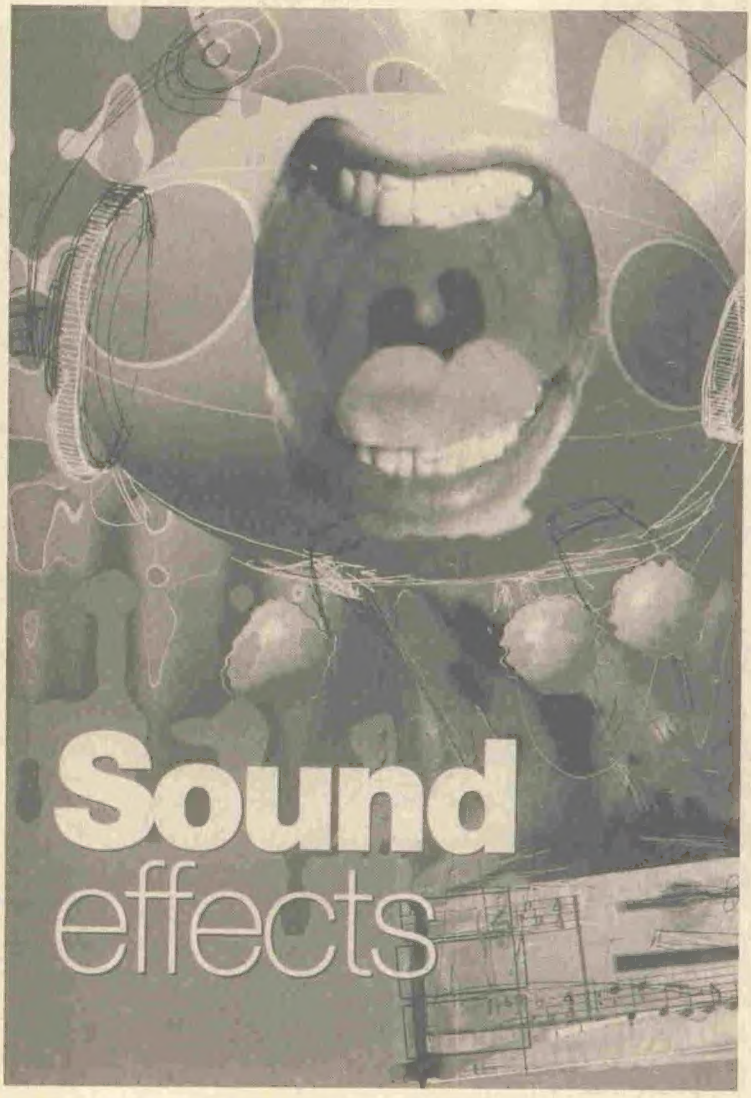
ยืน ภู่วรวรรณ

เครือข่ายระบบสื่อสาร แพ็กเกตเสียง

พัฒนาการในเรื่องแพ็กเกตเสียง ที่กำลังจะเริ่มขึ้น เป็นหนทาง ที่แน่ชัดว่าจะเข้ามามีบทบาท ที่สำคัญต่อการใช้งานบน เครือข่ายข้อมูล



ย้อนไปเมื่อร้อยปีเศษ เมื่อเครือข่ายโทรศัพท์ได้รับการพัฒนาและใช้งาน เครือข่ายโทรศัพท์ค่อยๆ ได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้าเป็นลำดับ เครือข่ายโทรศัพท์ก็ขยายตัวจนในปัจจุบันเป็นเครือข่ายที่ใหญ่ที่สุดในโลกเชื่อมโยงกันทั่วโลก ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างกว้างขวาง

เครือข่ายโทรศัพท์ เป็นเครือข่ายสวิตชิงวงจรที่รู้จักกันมานาน การสวิตช์วงจรทำให้ผู้ใช้ที่เป็นคู่สนทนากันใช้สัญญาณในคู่สายนั้นเต็มที่ ถึงแม้ว่าระบบโทรศัพท์ได้พัฒนามามาก จนถึงระบบดิจิตอล การใช้งานก็ได้พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ แต่ก็ยังมีจุดที่จะปรับปรุงได้อีกมาก

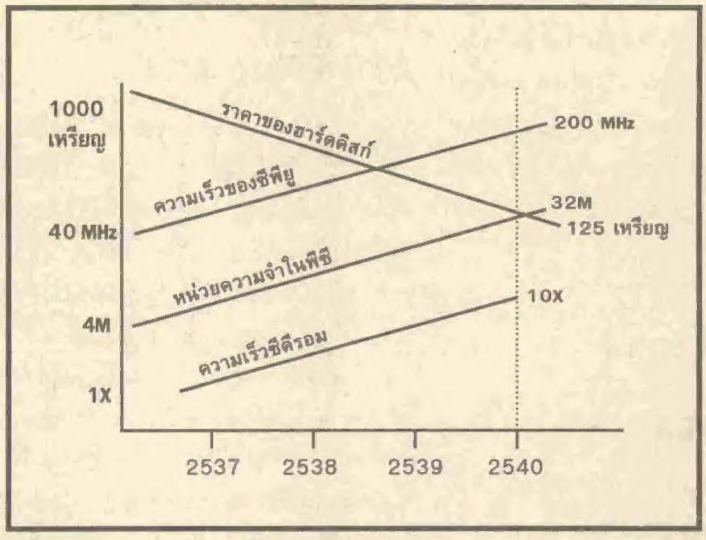
การที่เครือข่ายโทรศัพท์ยังมีต้นทุนในเชิงค่าใช้จ่ายที่ยังสูงอยู่ ทำให้ต้องหาวิธีในการลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพ โดยเฉพาะวิธีการทางเทคโนโลยีสมัยใหม่หลายอย่างได้เข้ามามีบทบาทที่ทำให้การใช้งานกว้างขวางและยังลดต้นทุนต่าง ๆ ให้ถูกลงอีกด้วย

แนวคิดที่จะทำให้ระบบสื่อสารถูกลงคือการจัดระบบสื่อสารเป็นรูปแพ็กเกต เพื่อว่าข้อมูลที่รับส่งกันเป็นกลุ่มก้อนทำให้เกิดการจัดการที่จะบริหารแถบกว้างให้แบ่งกันใช้เพื่อได้ประสิทธิภาพสูงสุด วิธีการสื่อสารแบบแพ็กเกตได้รับการพิสูจน์ให้เห็นผลแล้ว เช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ต การแพร่หลายของการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นเครื่องยืนยันว่าระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่รับส่งกันด้วยแพ็กเกตข้อมูลเป็นเครือข่ายที่ทรงประสิทธิภาพยิ่ง

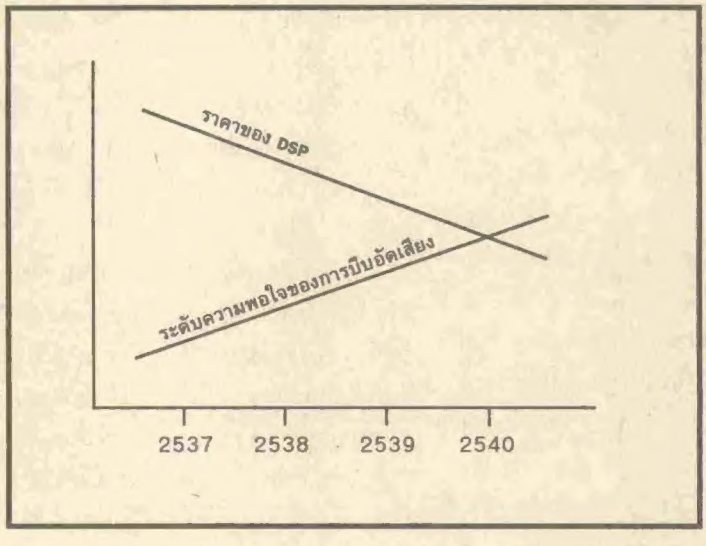
ความต้องการที่ไม่รู้จบสิ้น

เมื่อมีความต้องการก็จะมีผู้ที่จัดหาตอบสนอง ตามทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์แห่งกฎของอุปสงค์และอุปทาน ลองจินตนาการดูว่าเมื่อการผลิตชิพซีพียูราคาถูกลง ก็ทำให้ผลิตคอมพิวเตอร์ได้ถูกลงมาก เมื่อคอมพิวเตอร์มีราคาถูกก็มีผู้ใช้มาก เมื่อมีผู้ใช้มาก ก็มีความต้องการที่จะผลิตและทำให้ดีขึ้น ราคาถูกลงวนเวียนเช่นนี้

แต่สิ่งที่มีผลเชื่อมโยงต่อกันยังมีเป็นลูกโซ่อีกมาก เช่น เมื่อพีซีราคาถูก การใช้งานมากขึ้น ทำให้เกิดเครือข่าย ส่งผลให้มีอีเมล์ใช้ ผู้คนก็ใช้งานคอมพิวเตอร์เป็นระบบสื่อสาร มีการพัฒนาเทคนิควิธีการ มีการพัฒนาการบีบอัดข้อมูล การส่งกระจายไปในเครือข่าย ทำให้มีเครือข่ายขยายตัวจนมีอินเทอร์เน็ตที่แพร่หลายทั่วโลก มีการสร้างเวบเซอร์ฟเวอร์และสถานีบริการต่าง ๆ มากมาย เทคโนโลยีในการส่งสัญญาณข้อมูลในเครือข่ายก็มีมากขึ้น มีการส่งแบบ real audio การส่งแบบกระจายข่าว การส่งแบบพอยต์คาสต์ การใช้วีดีโอคอนเฟอเรนซ์ มีเครือข่ายที่จะรองรับแถบกว้างมากขึ้น การกระจายระบบข่าวสารยิ่งเป็นที่ต้องการ เพราะการทำงานต่าง ๆ ใช้เครือข่ายเป็นเครื่องมือ เช่น ในองค์กรมีเครือข่ายอินทราเน็ต นอกองค์กรก็มีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พัฒนาการจึงไม่หยุดส่งกระแสหมุนเวียนให้มีผู้ร่วมวงในการคิดค้นต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา เป็นกระแสวัฏจักรที่ยังต้องเดินต่อไปข้างหน้าอีกมากมาย



รูปที่ 1 เทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2 ผลของ DSP ที่มีต่อการประมวลผลเสียง

พลังขับดันในเรื่องแพ็กเกตเสียง

แพ็กเกตเสียง (Voice Packet) ดูเหมือนเป็นเรื่องใหม่ แต่ความจริงแล้ว การส่งข้อมูลสื่อสารทางด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ก็ใช้วิธีการรับส่งเป็นแบบแพ็กเกตทั้งสิ้น

พลังขับดันที่ทำให้เทคโนโลยีแพ็กเกตเสียงเป็นจริงขึ้น ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีอื่นเข้ามามีบทบาทและเกี่ยวข้องอย่างมาก สิ่งที่เกี่ยวพันกันได้แก่

- ฮาร์ดดิสก์ มีความจุมากขึ้น มีราคาลดลง
- ความเร็วของซีพียูเพิ่มขึ้นทุกปี และมีแนวโน้มที่เร็วมากขึ้น
- การใช้หน่วยความจำในเครื่องพีซีมากขึ้น
- ความเร็วของซีดีรอมเพิ่มขึ้นมาก

สำหรับในระบบสื่อสารแล้ว การเปลี่ยนสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอล เพื่อให้ประมวลผลข้อมูลและสื่อสารง่าย การประมวลผลสัญญาณใช้ซีพียูพิเศษที่ใช้ในการคำนวณหรือประมวลผล เราเรียกว่า Digital Signal Processing หรือ DSP ปัจจุบันมีการสร้าง DSP ที่ประมวลสัญญาณได้เร็วมาก สามารถนำมาใช้ในระบบสื่อสารต่าง ๆ ได้ดี เช่น ในโมเด็มสมัยใหม่ที่สามารถทำงานได้ดีมากขึ้น เพราะ DSP การทำการสื่อสารในระดับดิจิตอลจึงต้องประมวลผลเพื่อสื่อสารให้ได้ตามต้องการ

DSP ยังทำให้การบีบอัดเสียงได้ดีขึ้น สามารถสร้างการ์ดเสียง หรือที่เรียกว่า ซาวน์การ์ด ที่ใช้ในพีซี หรือแม้แต่การสร้างสัญญาณเสียงที่ใช้ในอินเทอร์เน็ต เช่น ระบบ Real Audio สามารถส่งสัญญาณที่บีบอัดลงไปในเครือข่ายได้ดี และยังทำให้การใช้งานอินเทอร์เน็ตโฟนเป็นจริง

การขยายตัวของการสื่อสารของโลก

กลุ่มบริษัทการ์ทเนอร์ ได้คาดคะเนการเจริญเติบโตของการสื่อสารจะขยายตัวจากปี 2540 ไปถึงปี 2545 กว่า 500 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ราคาค่าบริการมีแนวโน้มที่จะลดลง 30 เปอร์เซ็นต์ นั่นหมายถึงการลงทุนในกิจการทางด้านการสื่อสารและโทรคมนาคมจะเพิ่มมากขึ้น และมีมูลค่ามหาศาล

สิ่งที่น่าสนใจคือ การขยายตัวอย่างมากในช่วงห้าปีต่อจากนี้เป็นการขยายตัวในเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่นอินเทอร์เน็ต และจะมีการพ่วงการขยายตัวในเรื่องการสื่อสารด้วยเสียง ในลักษณะเป็นแพ็กเกตเพิ่มมากขึ้นด้วย

การพัฒนาทางเทคโนโลยีจึงมีแนวโน้มที่ชัดเจน ที่จะทำให้เครือข่ายแบบแพ็กเกตมีบทบาทมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการส่งแพ็กเกตเสียงในยุคห้าปีจากนี้ และหลังจากนั้นจะเป็นการส่งแพ็กเกตของวิดีโอ การกระจายแพ็กเกตลงบนเครือข่ายจึงเป็นหนทางที่จะใช้เครือข่ายให้เต็มประสิทธิภาพ และประยุกต์ให้การใช้งานเชื่อมโยงกันได้แพร่หลายกว้างขึ้น ดังได้พิสูจน์มาแล้วจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

หากการพัฒนาเป็นไปในแนวทางนี้ เราจะเห็นเครือข่ายอินเทอร์เน็ตขยายรองรับแพ็กเกตเสียง และผู้ใช้อินเทอร์เน็ตทุกคนก็มีอินเทอร์เน็ตโฟนที่เชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์เดิมได้ สามารถติดต่อกับใครก็ได้ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ภาพการติดต่อสื่อสารในลักษณะเสียงบนอินเทอร์เน็ตจะเป็นทางหนึ่งที่จะได้เห็นในไม่ช้านี้

ทำความเข้าใจกับการเข้ารหัสเสียง

โดยธรรมชาติ หูของมนุษย์ได้ยินเสียงในรูปแบบสัญญาณที่เป็นแบบอะนาล็อก ดังนั้นระบบโทรศัพท์ในยุคแรกจึงใช้วิธีการส่งสัญญาณเสียงแบบอะนาล็อก โดยมีอุปกรณ์สวิตชิงเชื่อมโยงวงจรให้สัญญาณเสียงเชื่อมต่อระหว่างต้นทางกับปลายทางได้

การส่งสัญญาณแบบอะนาล็อกมีข้อเสียหลายอย่าง โดยเฉพาะยากต่อการประมวลผลและจัดการ อีกทั้งยังมีสัญญาณอื่นมารบกวนได้มาก และขจัดได้ยาก การขยายสัญญาณอะนาล็อกก็ทำให้เกิดการขยายสัญญาณรบกวนให้มากขึ้นด้วย การรับส่งสัญญาณแบบอะนาล็อกจึงมักได้คุณภาพที่ไม่ดีนัก

เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยี ก็มีการแปลงสัญญาณอะนาล็อกนี้ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ที่ประกอบด้วยบิตที่มีค่าเป็น "0" หรือ "1" มีการเข้ารหัสเพื่อแทนสิ่งต่าง ๆ โดยเฉพาะสัญญาณที่ใช้มีการเข้ารหัสแบบฟิลซ์โค้ดมอดูเลชัน หรือ PCM

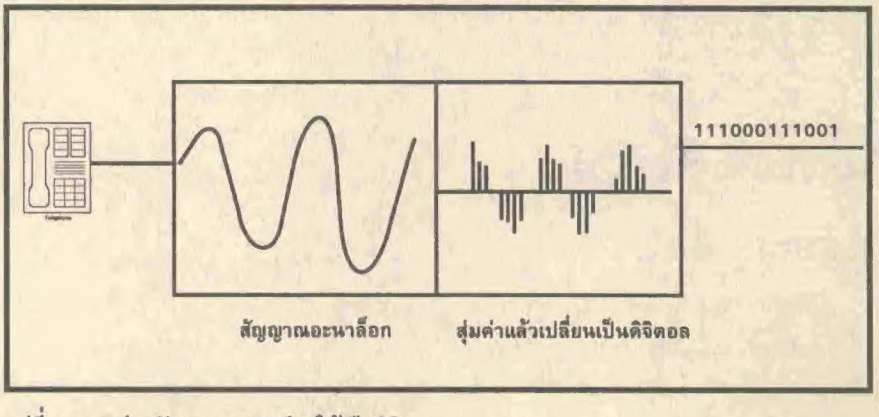
ลักษณะของการแปลงสัญญาณ PCM ที่ใช้คือ มีการสุ่มค่าจำนวน 8,000 ครั้งต่อวินาที โดยแต่ละครั้งห่างกัน 125 ไมโครวินาที เมื่อสุ่มค่าได้แล้วก็แปลงเป็นรหัสดิจิตอลขนาด 8 บิต การสุ่มขนาด 125 ไมโครวินาทีนี้พอเพียงที่จะสุ่มสัญญาณอะนาล็อกที่มีความถี่ได้ไม่เกิน 4,000 เฮิรตซ์ ซึ่งพอเพียงสำหรับความถี่เสียงที่เราใช้งาน

การสุ่มค่า 8,000 ครั้งต่อวินาที และแต่ละครั้งแปลงสัญญาณเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิต ทำให้ PCM ที่ใช้กับสัญญาณเสียงหนึ่ง ๆ มีขนาดความเร็ว 64,000 บิตต่อวินาที

การแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอลด้วยอัตราสุ่ม 8,000 ครั้งต่อวินาที เป็นไปตามมาตรฐานข้อกำหนดที่ชื่อว่า G.711 โดยองค์การสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU- International Telephony Union) ขนาดของความกว้างของสัญญาณเสียงที่ใช้จึงมีค่าเท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที

อย่างไรก็ดี เพื่อลดขนาดความกว้างในการรับส่งให้ลดลง เพื่อจะได้ส่งได้ด้วยจำนวนช่องสัญญาณเสียงได้มากขึ้น องค์กร ITU ได้กำหนดมาตรฐานใหม่ที่ชื่อ ADPCM หรือ Adaptive Differential PCM โดยมีลักษณะการเข้ารหัสเพียง 4 บิต ให้แต่ละการสุ่มเปรียบเทียบความแตกต่างจากครั้งก่อนหรือเก็บผลต่าง จึงทำให้การสุ่มเท่าเดิม แต่การเข้ารหัสเพียง 4 บิต จึงลดแถบกว้างให้เหลือเพียง 32 กิโลบิตต่อวินาที ได้ การลดขนาดลงครั้งหนึ่งนี้เป็นหนทางที่จะทำให้สัญญาณเสียงมีจำนวนช่องในการสื่อสารระบบสายสัญญาณดิจิตอลได้มากขึ้น

การลดขนาดแถบกว้างในการส่งยังทำได้อีก เช่น ถ้าใช้หลักการ ADPCM แต่เก็บเพียง 2 บิต ที่เป็นผลต่างของข้อมูลการสุ่มครั้งก่อน ก็จะทำให้การรับส่งใช้แถบกว้างเพียง 16 กิโลบิตต่อวินาที แต่คุณภาพของเสียงจะลดลง



รูปที่ 3 การแปลงสัญญาณอะนาล็อกให้เป็นดิจิตอล

เทคนิคการบีบอัดข้อมูลได้รับการพัฒนา

ด้วยเทคนิคของการประมวลผลสัญญาณเชิงดิจิตอล ทำให้มีการพัฒนาเทคนิคของการบีบอัดข้อมูลที่มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น อัลกอริธึมในการบีบอัดข้อมูลเสียงที่ได้พัฒนาและใช้กันแพร่หลายแล้วคือ LPC- Linear Prediction Code วิธีการบีบอัดนี้มีรูปแบบเพื่อความเหมาะสมกับงานที่ใช้แทนเสียงพูด

การใช้งานทางโทรศัพท์ส่วนใหญ่ใช้แบบ PCM ที่เป็นแบบ 64 กิโลบิตต่อวินาที ทั้งนี้เพราะการประมวลผลสัญญาณแบบนี้ใช้กันมากในงานโทรศัพท์ที่แพร่หลายและมีอุปกรณ์รองรับอยู่มาก แต่เมื่อใช้แบบ LPC ซึ่งสามารถให้เหลือเพียงประมาณ 8 กิโลบิตต่อวินาทีได้

มาตรฐานการสร้างรหัสของข้อมูลเสียงจึงมีหลายมาตรฐาน โดย ITU เป็นผู้กำหนด โดยจัดอยู่ในข้อแนะนำที่เรียกว่า G-series ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐานที่สำคัญคือ

- G.711 เป็นมาตรฐานที่ใช้สัญญาณเข้ารหัสแบบ PCM มีขนาด 64,000 บิตต่อวินาที ใช้ในกิจการโทรศัพท์ รวมถึงการสวิตช์ใน PBX ทั่วไป
- G.726 เป็นมาตรฐานการบีบอัดเสียงด้วยวิธีการ ADPCM ทำให้ได้ขนาดสัญญาณลดลงเป็น 40, 32, 24 และ 16 กิโลบิตต่อวินาที เป็นที่นิยมใช้ในการสร้างแพ็กเกตเสียงที่ใช้ในสวิตชิงแบบ PBX
- G.728 เป็นมาตรฐานที่ใช้หลักการของ LPC ที่ชื่อว่า GELP Code Excited Linear Prediction สามารถบีบอัดสัญญาณให้เหลือเพียง 16 กิโลบิตต่อวินาที G.728 เป็นมาตรฐานที่ใช้กันในการแปลงสัญญาณเสียงเพื่อส่งกันระหว่าง PBX
- G.729 ใช้ CELP เช่นกัน แต่บีบอัดข้อมูลเสียงให้เหลือเพียงแถบกว้าง 8 กิโลบิตต่อวินาที มีรูปแบบมาตรฐานอยู่สองรูปแบบ คุณภาพของเสียงยังคงได้เท่ากับแบบ ADPCM
- G.723.1 เป็นมาตรฐานที่สร้างสายสัญญาณเสียงที่ใช้ในเรื่องมัลติมีเดีย ซึ่งใช้กันในระบบการรับส่งข้อมูลที่ความเร็วไม่สูงมาก สามารถบีบอัดข้อมูลให้เหลือเพียง 5.3 และ 6.3 กิโลบิตต่อวินาที โดยคุณภาพของเสียงยังดี

คุณภาพกับการบีบอัด

การบีบอัดย่อมทำให้คุณภาพตกลง แต่คุณภาพยังอยู่ที่ระดับความพอใจ ดังนั้นการบีบอัดจึงเป็นเทคนิคที่จะทำให้ได้ระดับความพอใจ และยิ่งบีบอัดได้มากเท่าไร โดยที่ยังอยู่ในระดับความพอใจได้ก็นับว่าเป็นเรื่องที่ดี

การวัดคุณภาพความพอใจใช้มาตรฐานที่ชื่อว่า MUS-Mean Opinion Score หรือให้เป็นคะแนน โดยให้คะแนนจาก 0 ถึง 5 ถ้า 0 หมายถึงคุณภาพแย่ และ 5 คือคุณภาพเยี่ยม

เมื่อนำเทคนิคต่าง ๆ มาหาค่า MUS ผลปรากฏว่า PCM ได้คะแนน MOS=4.4 ขณะที่ G.726 ADPCM ได้คะแนน 4.2 และ G.728 ได้คะแนน 4.2 เท่ากัน G.729 ก็ยังได้คะแนน 4.2 แสดงให้เห็นว่า เทคนิคการบีบอัดที่ดีก็ยังทำให้ระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีได้

แต่ต้องเสียเวลาในการประมวลผล

ถึงแม้จะได้คุณภาพที่มีความพอใจสูง แต่ก็ต้องเสียเวลาหน่วงหรือที่เรียกว่า delay time ทั้งนี้เพราะการบีบอัดข้อมูลต้องใช้หลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์ช่วย ทำให้ต้องเสียเวลาการเข้ารหัสและการถอดรหัส ทำให้มีเวลาหน่วงสูงกว่า

เวลาหน่วงนี้เป็นผลให้สัญญาณเสียงที่รับส่งจะล่าช้าไป และอาจสร้างปัญหาในเรื่องการสะท้อนเสียงกลับ ซึ่งต้องมีวิธีในการแก้ปัญหานี้

ตารางที่ 1 เป็นตารางเปรียบเทียบเทคนิควิธีการต่าง ๆ กับคุณภาพและเวลาหน่วง ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าเวลาหน่วงจะมีมากขึ้นเมื่อต้องการบีบอัดสัญญาณให้ได้มาก

การหน่วงเวลาจะเป็นปัญหาใหญ่ปัญหาหนึ่งของระบบสื่อสารโทรคมนาคมในปัจจุบัน แสงเดินทางได้ด้วยความเร็ว 186,000 ไมล์ต่อวินาทีในสูญญากาศ และให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จะได้ความเร็วเพียง 100,000 ไมล์ต่อวินาที (ในตัวกลางลวดทองแดง) หากให้แสงวิ่งผ่านเส้นใยแก้วนำแสงที่ความยาวครึ่งหนึ่งของเส้นรอบโลก หรือประมาณ 13,000 ไมล์ จะใช้เวลาหน่วงทั้งสิ้นประมาณ 70 มิลลิวินาที ค่าหน่วงเวลาขนาดนี้เป็นค่าที่ยอมรับได้ แต่หากอุปกรณ์ในการสวิตช์แพ็กเกตเสียงต้องเสียเวลาเพิ่มมากขึ้นอีก และเมื่อรวม ๆ กันแล้วจะมีมากขึ้น ซึ่งอาจถึงระดับที่เป็นปัญหาได้ แต่หากดูจากตารางการเข้ารหัสแล้วพบว่าเสียเวลาเพิ่มอีกเพียงเล็กน้อย ดังนั้นสภาพการเสียเวลาหน่วงในการรับส่งและประมวลผลจึงน่าจะอยู่ในระดับการยอมรับได้ อีกทั้งการประมวลผลดิจิตอลมีแนวโน้มที่พัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไปอีก ปัญหาในเรื่องเวลาหน่วงจึงไม่ใช่ปัญหาใหญ่ทีเดียว

เทคนิคการบีบอัดเสียง	คะแนน MOS	การหน่วง (msec)
PCM (G.711)	4.4	0.75
32K ADPCM (G.726)	4.2	1
16K LD-CELP (G.728)	4.2	3-5
8K CS-ACELP (G.729)	4.2	10
8K CS-ACELP (G.729a)	4.2	10
6.3K MPMLQ (G.723.1)	3.98	30
5.3K ACLEP (G.723.1)	3.5	30

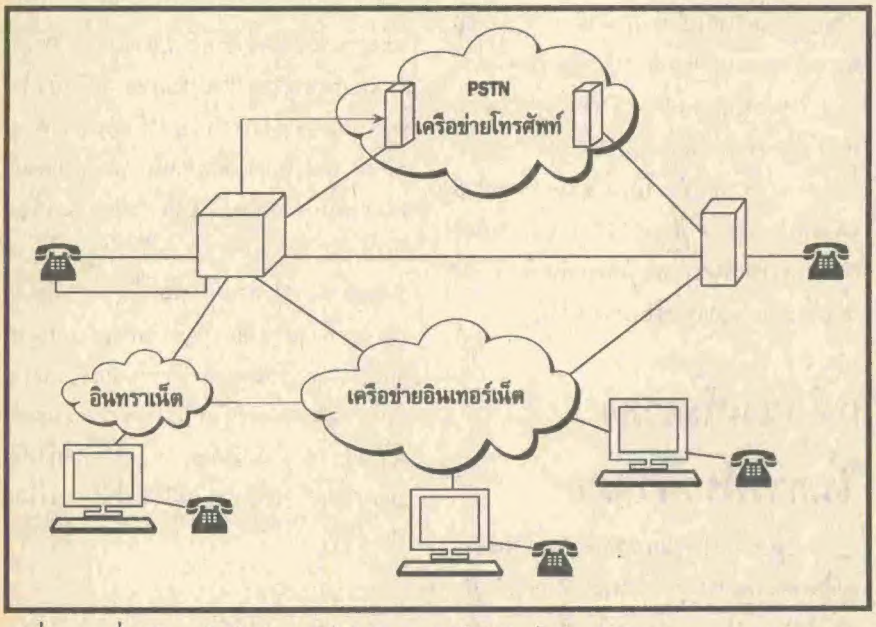
ตารางที่ 1
เปรียบเทียบวิธีการเข้ารหัสดิจิตอลแบบต่าง ๆ

ทำไมต้องเป็นแพ็กเกตเสียง

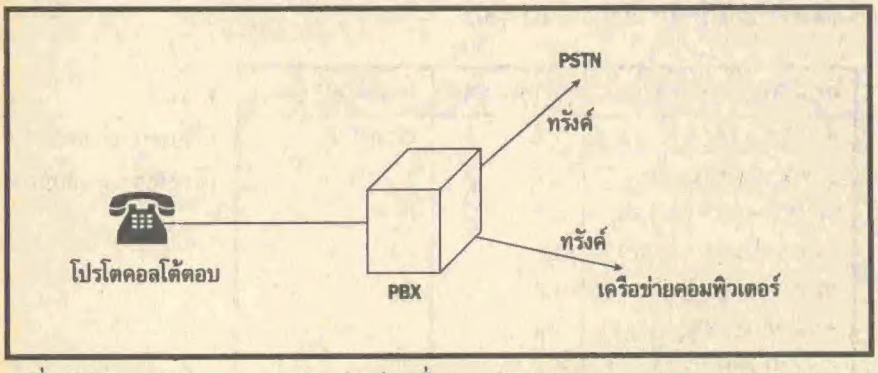
เมื่อสามารถเข้ารหัสสัญญาณเสียงที่มีประสิทธิภาพได้ สัญญาณเสียงจึงมีรูปลักษณะเป็นข้อมูลดิจิตอลที่มีขนาดไม่มากนัก เพียงประมาณ 8 กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งนั่นหมายถึงสามารถส่งไปยังเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือเครือข่ายสื่อสารอื่น ๆ ได้ รูปแบบการผสมผสานสัญญาณเสียงไปในเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเครือข่ายอื่นที่ดีและเหมาะสมจึงต้องใช้การรับส่งเป็นแพ็กเกต

สิ่งสำคัญในการรับส่งสัญญาณแพ็กเกตเสียงคือ ต้องการรับส่งสัญญาณเสียงแบบต่อเนื่องตราบเท่าที่มีเสียงพูด เพราะข้อมูลเสียงที่ได้จะต้องต่อเนื่อง มิฉะนั้นจะไม่สามารถนำมาแสดงผลได้ อีกประการหนึ่งคือ ข้อมูลเสียงจะต้องได้รับการกระทำในลักษณะเป็นเวลาจริง และมีเวลาหน่วงให้น้อยที่สุด

หากพิจารณาเทคโนโลยีจากอดีต เราพบว่าเครือข่ายโทรศัพท์ได้รับการพัฒนาไปมากแล้ว มีรูปแบบการวางมาตรฐานทางโทรศัพท์จนเชื่อมโยงกันได้ทั่วโลก ขณะเดียวกันเครือข่ายคอมพิวเตอร์เช่นอินทราเน็ตและอินเทอร์เน็ตก็ได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้าไปเช่นกัน ถึงแม้ว่าจะใช้ในการรับส่งข้อมูลทางด้านคอมพิวเตอร์ในยุคแรก แต่ปัจจุบันก็ได้รับความพอใจที่จะจัดส่งแบบมัลติมีเดีย เสียงก็เป็นตัวกลางหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทสำคัญ การพัฒนาจึงเป็นหนทางที่จะให้เครือข่ายเสียงแบบแพ็กเกตวิ่งร่วมด้วยและจะผนวกรวมกับเครือข่ายโทรศัพท์ ทำให้ระบบการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายเดียวกัน หรือใช้ได้ทั้งเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเครือข่ายโทรศัพท์นั่นเอง การเชื่อมโยงเครือข่ายทางเสียงจะเป็นไปดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การเชื่อมโยงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับชุมสายโทรศัพท์



รูปที่ 5 โปรโตคอลโต้ตอบระหว่างโทรศัพท์ (เครื่องลูก) กับ PBX

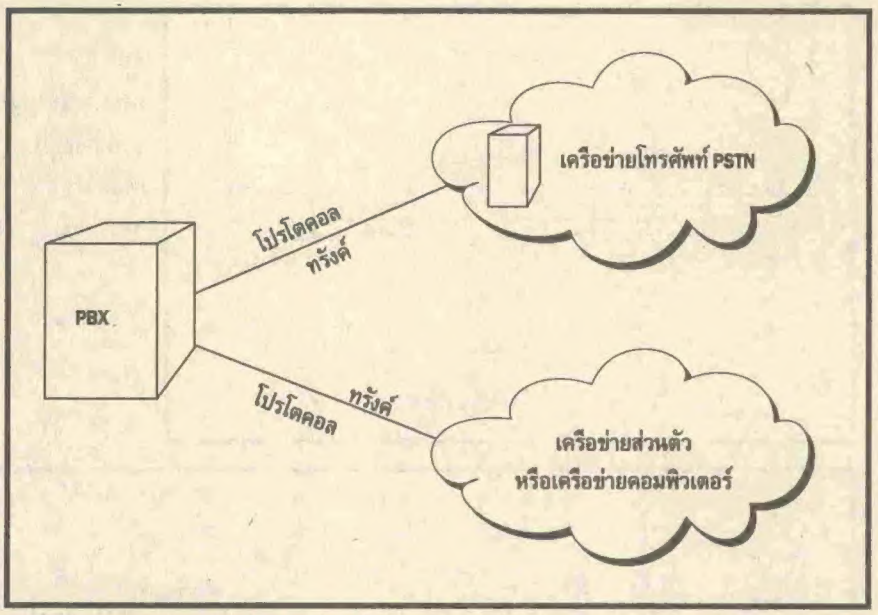
การเชื่อมสัญญาณ

การเชื่อมสัญญาณเป็นหัวข้อที่สำคัญ เพราะเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีการพัฒนามาตามเส้นทางของการรับส่งข้อมูลแบบแพ็กเกต และเมื่อจัดข้อมูลเสียงให้เป็นแพ็กเกตก็ย่อมที่จะรับส่งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ ระบบการเชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายต่างชนิดกันจึงต้องมีระบบมาตรฐานที่ทำให้การเชื่อมสัญญาณระหว่างกันได้

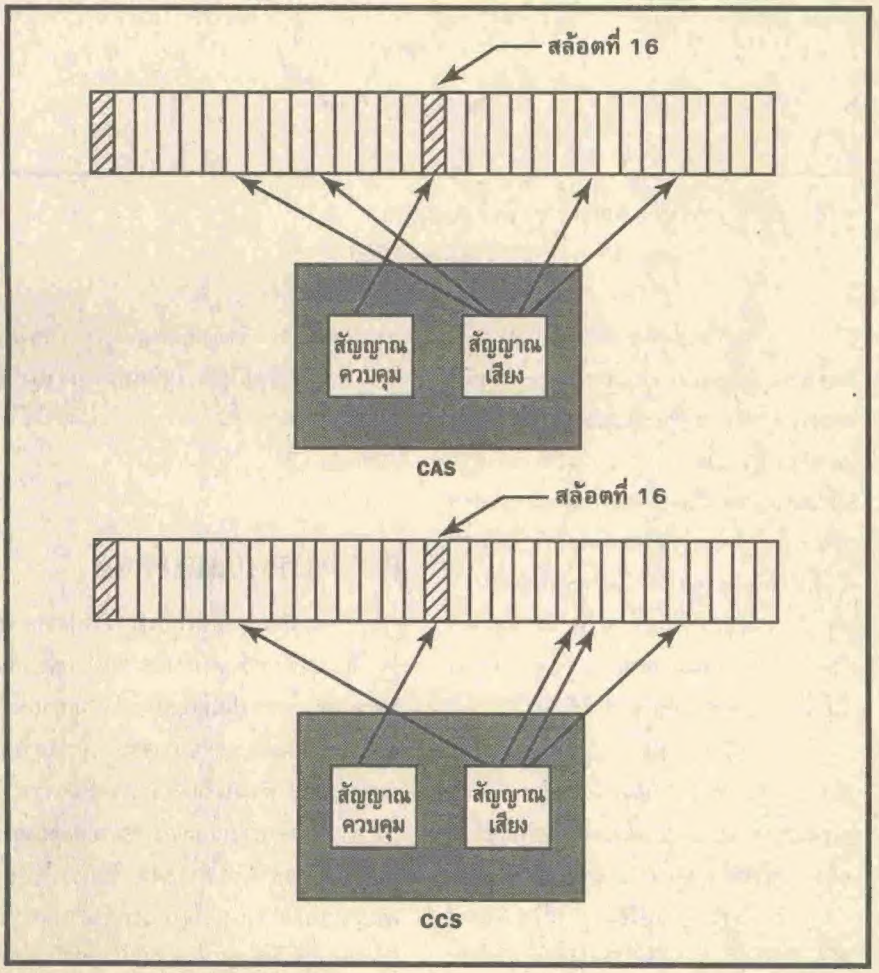
มาตรฐานการเชื่อมสัญญาณจึงมีหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับการเชื่อมสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ใดกับอุปกรณ์ใด ลักษณะการสร้างโปรโตคอลสัญญาณโต้ตอบจึงได้มีหลากหลายระดับ เช่น

การเชื่อมระหว่างเครื่องลูกโทรศัพท์กับ PBX

ระบบ PBX คือชุมสายย่อยที่มีอยู่ในองค์กร การใช้เครื่องรับส่งโทรศัพท์หรือที่เรียกว่า หัวโทรศัพท์ ที่ผู้ใช้ใช้เชื่อมสัญญาณกับตู้ชุมสาย ปกติมีโปรโตคอลรับส่งกัน มีการส่งได้ทั้งแบบอะนาล็อกและแบบดิจิตอล มีการโต้ตอบกันด้วยสัญญาณ เช่น การหมุนโทรศัพท์ การตอบรับว่าง หรือไม่ว่าง การส่งสัญญาณเรียก ครั้นเมื่อใช้เครื่องแบบดิจิตอลที่มีการส่งสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอล ก็ต้องมีโปรโตคอลโต้ตอบกันเช่นกัน



รูปที่ 6 โปรโตคอลการรับส่งใน trunk



รูปที่ 7 การจัดแนวสล้อตในทรังค์ E1

สัญญาณโต้ตอบในทรังค์ (trunk)

ทรังค์ คือสายสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างตู้ชุมสาย PBX กับตู้ชุมสายขององค์การโทรศัพท์ หรือ PSTN หรือเชื่อมกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทรังค์หนึ่ง ๆ รองรับสัญญาณเสียงพูดได้มาก ซึ่งตามมาตรฐานของ ITU ได้กำหนดการใช้โปรโตคอลและการส่งข้อมูลเสียงในทรังค์นี้ไว้แล้ว

ทรังค์จึงเปรียบเสมือนถนนที่เป็นแบ็กโบน คือเป็นทางร่วมของข้อมูลเสียงจากหลาย ๆ ที่ และเมื่อข้อมูลเสียงเป็นแพ็กเกตก็ยิ่งทำให้การรับส่งสัญญาณเสียงร่วมกันไปในทรังค์ทำได้ดี และแบ่งกันใช้ได้

ตามมาตรฐานของ ITU กำหนดรูปแบบการรับส่งสัญญาณในเครือข่ายเป็น E1 ที่มีความกว้าง 2 เมกะบิต ถือว่าเป็นความกว้างพื้นฐาน แต่หากเป็นกลุ่มประเทศอเมริกาเหนือคือที่สหรัฐอเมริกา กำหนดเป็น T1 หรือที่ 1.56 เมกะบิตต่อวินาที

มาตรฐานของการเชื่อมโยงเหล่านี้ได้วางไว้เป็นรูปธรรมหมดแล้ว เช่น การใช้ DTMF ในการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ โดยสัญญาณโทรที่กำหนดให้แปลความหมายรหัสที่หมุน การเชื่อมต่อระหว่างสัญญาณอะนาล็อกก็มีการใช้ทรังค์แบบ 4 สาย ที่เราเรียกว่า Analog tie line หรือเรียกระบบสัญญาณการเชื่อมต่อระหว่างกันว่า E&M signaling และเมื่อมีการเข้ารหัสสัญญาณเสียง โดยถือว่าใช้ PCM ซึ่งมีแถบกว้าง 64K ก็มีการจัดกลุ่มเพื่อลงในทรังค์ ถ้าเป็นการจัดวางแถบเวลาที่เรียกว่า time slot ในลักษณะ Digital in-band signaling ก็เรียกว่า CAS-Channel Associated Signaling การจัดวางจะวางลงใน E1/T1 และหากเป็นการเชื่อมแบบ Digital out-of band signaling ก็เรียกว่า CCS-Common Channel Signaling

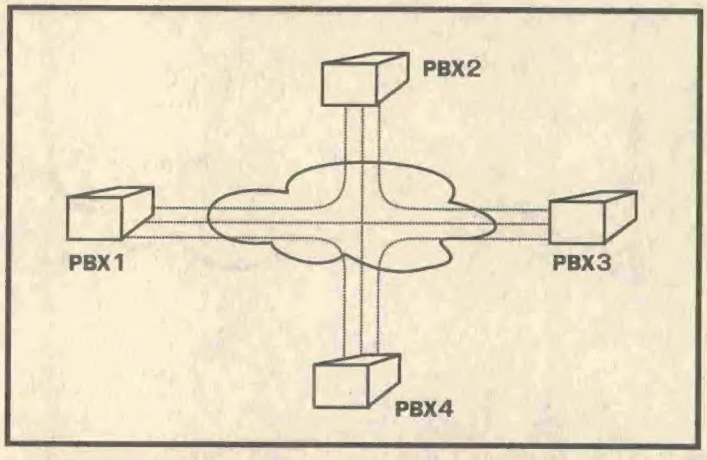
หากพิจารณาการจัดสัญญาณลงใน E1 หรือ T1 สัญญาณเสียงได้รับการสร้างให้เป็นข้อมูลดิจิตอลที่แถบกว้าง 64 กิโลบิต ดังนั้นหากนำมาใส่ใน E1 ขนาด 2 เมกะบิต จะใส่ได้ 32 ช่อง เราเรียกว่า 32 สล้อต แต่เนื่องจาก

ต้องมีการควบคุม จึงต้องมีสัญญาณควบคุม เราเรียกว่า Control Signaling ในกรณีของ ITU กำหนดให้ช่องสล้อตที่ 16 หรือทุก ๆ 16 สล้อต จะมีการใส่สัญญาณควบคุมขนาด 64 K ดังนั้น ใน E1 จึงใส่สัญญาณดิจิตอลที่เป็นเสียงได้ 30 ช่อง ดังแสดงในรูปที่ 7

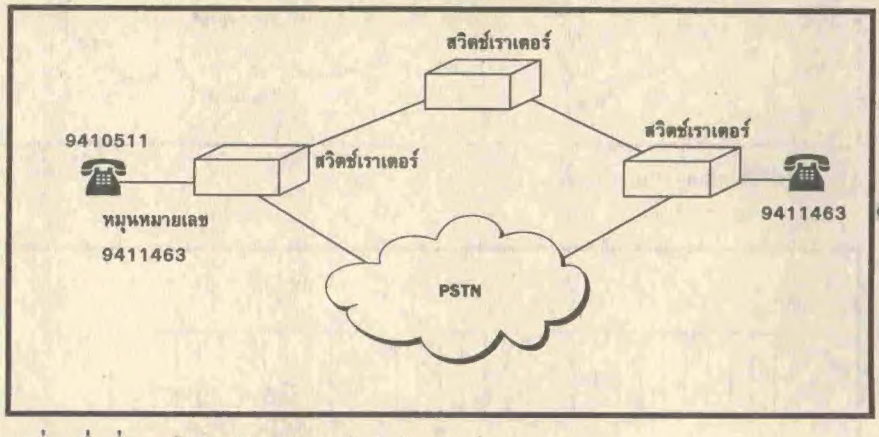
แต่หากเป็นตามมาตรฐาน T1 จะมีการจัดแบ่งที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งเป็นวิธีการและข้อกำหนด พิจารณาจาก CCS จะเห็นว่าหากมีการสื่อสารภายในทรังค์เดียวกัน เช่น สล้อตที่ 3 ต้องการติดต่อกับสล้อตที่ 7 ก็มีวิธีการนำข้อมูลจากสล้อตส่งรับกันภายใน วิธีการคือข้อมูลของสล้อต 3 ที่ส่งให้สล้อต 7 จะส่งผ่านไปยังหน่วยความจำชั่วขณะ เมื่อถึงช่วงเวลาสล้อต 7 ก็จะคัดลอกข้อมูลไป ทำให้ระบบสื่อสารภายใน PBX ดำเนินการต่อไปได้

เราเรียกการรับส่งสัญญาณในสล้อตต่าง ๆ ทั้งอยู่ในกลุ่มเดียวกันและต่างกลุ่มกัน การดำเนินการในลักษณะนี้เสียเวลาเพียงน้อยกว่า 1 ใน 30 วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่รวดเร็วมาก มาตรฐานการสวิตช์จึงกระทำได้เสมือนเป็นทรังค์ต่าง PBX กัน โดยให้แต่ละกลุ่มเริ่มจากการวางกลุ่มพื้นฐานที่ E1

การดำเนินการในรูปแบบการสร้างกลุ่มละ 30 สัญญาณเสียง ก็ทำให้สามารถขยายกลุ่มเพื่อเชื่อมโยงจำนวนสัญญาณมากขึ้นได้ การควบคุมข้อมูลในการไหลเข้าออกระหว่างสล้อตจึงทำหน้าที่ควบคุมโดยข้อมูลควบคุมที่อยู่ในสล้อตควบคุมที่ปรากฏทุก ๆ 16 สล้อต ข้อมูล



รูปที่ 8 การสวิตช์สัญญาณระหว่างกลุ่มเพื่อสร้างวงจรเทียม



รูปที่ 9 เมื่อเชื่อมเครือข่ายข้อมูลเข้าสู่เครือข่ายโทรศัพท์

เมื่อนำแพ็กเกตเสียงเข้าสู่เครือข่ายข้อมูล

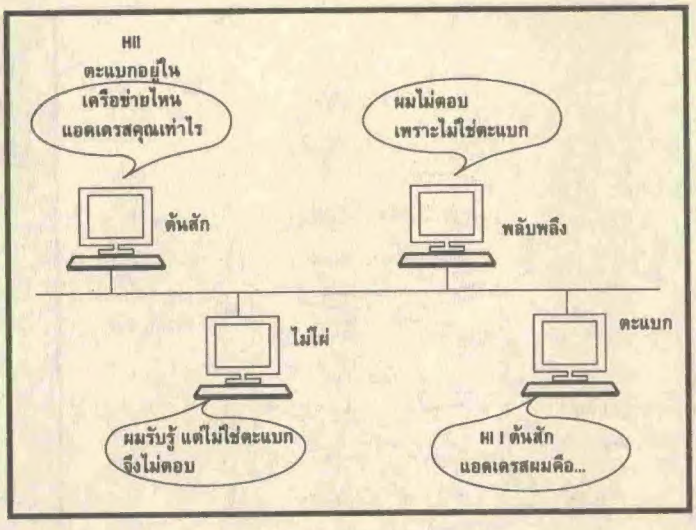
เครือข่ายข้อมูลมีการกำหนดจุดหมายปลายทางด้วยแอดเดรส และมีการกำหนดเส้นทางด้วยอุปกรณ์จำพวกเราเตอร์ สวิตช์ บริดจ์ ฯลฯ อุปกรณ์สื่อสารข้อมูลได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้าไปมาก มีทั้งที่เป็นเราเตอร์ เอทีเอ็มสวิตช์ เฟรมรีเลย์สวิตช์ การกำหนดแอดเดรสปลายทางจึงเป็นวิธีการที่เครือข่ายข้อมูลนำมาใช้

หากดูที่เครือข่ายเสียงเช่นโทรศัพท์ มีการกำหนดแอดเดรสด้วยหมายเลขโทรศัพท์ เพื่อการสวิตช์วงจรเสียงเข้าหากันระหว่างต้นทางและปลายทาง เมื่อผนวกสัญญาณเสียงของที่ใช้ในเครือข่ายโทรศัพท์เข้าสู่เครือข่ายข้อมูล โดยแบ่งสัญญาณเสียงให้เป็นแพ็กเกต แล้วรับส่งกันเป็นแพ็กเกต อุปกรณ์สวิตชิงเครือข่ายข้อมูล เช่น เราเตอร์ เอทีเอ็มสวิตช์ เฟรมรีเลย์สวิตช์ จึงต้องรู้จักกับแอดเดรสของระบบเสียง เพื่อนำแพ็กเกตเสียงไปส่งปลายทางได้ด้วย

จากตัวอย่างนี้ สมมติว่าแอดเดรสหมายเลข 9410511 ต้องการติดต่อกับหมายเลข 9411463 ซึ่งทั้งสองหมายเลขอยู่ในเครือข่ายย่อยของตนเองที่มีสวิตช์ เราเตอร์เป็นตัวควบคุมเส้นทางที่จะหาจึงเป็นไปได้ด้วยการผ่านเราเตอร์หรือสวิตช์ของตน หรือส่งสัญญาณต่อไปทาง PSTN การรับส่งข้อมูลเป็นแพ็กเกตจะส่งผ่านทางสวิตช์ เราเตอร์ของตนเองเพื่อการเชื่อมโยงถึงกันได้ การดำเนินการในลักษณะนี้จึงทำให้เราเตอร์หรือสวิตช์สร้างวงจรเทียมเพื่อใช้ในการสื่อสาร

การค้นหาแอดเดรส

การค้นหาแอดเดรสมีวิธีการได้หลากหลาย ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีการสร้างโปรโตคอลในการหาแอดเดรส เช่นอีเธอร์เน็ต เป็นเครือข่ายแบบบัสที่ในแต่ละเครือข่ายจะมีการวางอยู่บนบัสเดียวกัน ดังนั้นจึงใช้วิธีการส่งข่าวสารกระจายไปเพื่อหาว่าแอดเดรสที่ตนเองต้องการติดต่ออยู่ในเครือข่ายหรือไม่ วิธีการนี้จะส่งกระจายถามแอดเดรส ถ้าผู้ใดรับข่าวสารและรู้ว่ามีผู้ต้องการติดต่อก็จะส่งคำตอบให้รับทราบ วิธีการนี้เรียกว่า Broadcast Address Resolution

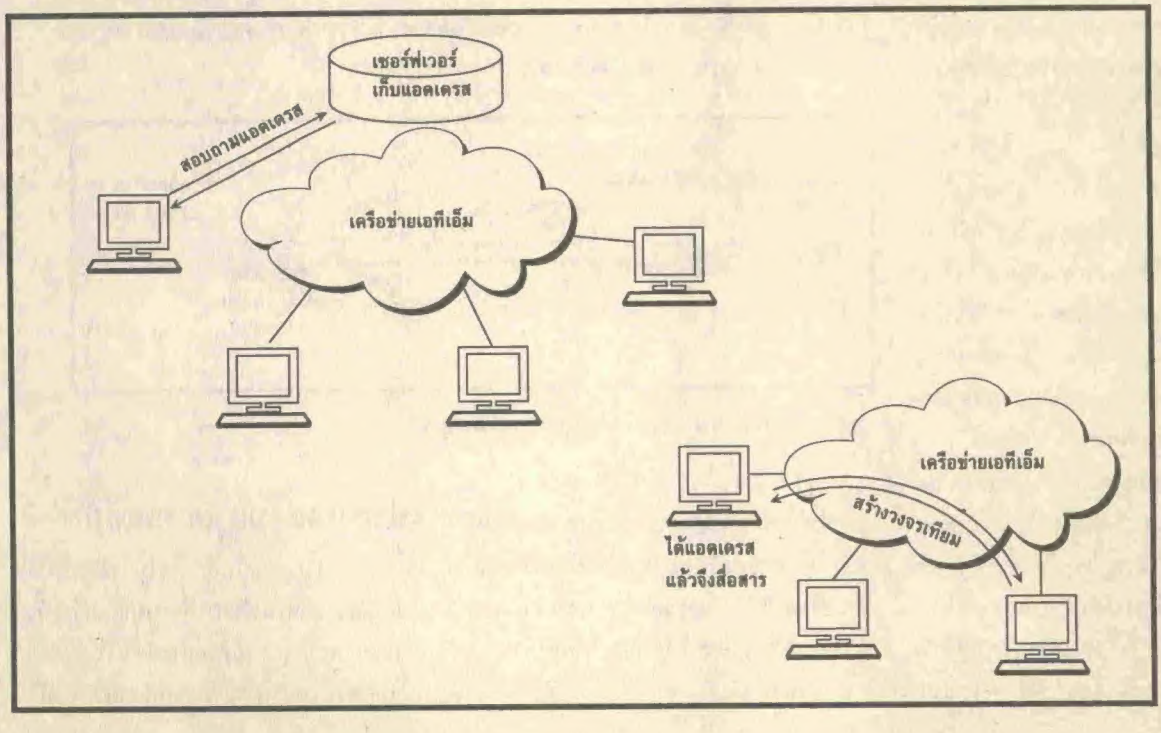


รูปที่ 10
การหาแอดเดรสเพื่อการสร้างวงจรสื่อสารระหว่างกัน

แต่ในบางเครือข่ายเช่นเอทีเอ็ม ใช้วิธีการเก็บแอดเดรสทั้งหมดไว้ที่เซอร์ฟเวอร์ใดเซอร์ฟเวอร์หนึ่ง เราเรียกว่า Address Server การดำเนินการเมื่อต้องการหาก็จะเข้ามาสอบถามที่เซอร์ฟเวอร์ เซอร์ฟเวอร์นี้จะบริการข้อมูลให้เพื่อให้นำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ เมื่อทราบแอดเดรสปลายทางก็จะสร้างวงจรเทียมผ่านทางเครือข่ายเอทีเอ็มได้ การสร้างเส้นทางนี้จึงต้องรู้ข้อมูลที่จะผ่านสวิตชิงแต่ละตัว และกำหนดขอบเขตของการสื่อสารระหว่างกันได้

สังเกตว่าในระบบอินเทอร์เน็ตก็มีวิธีการหาแอดเดรสโดยมีการเก็บชื่อไว้ โดยเก็บไว้ในเซอร์ฟเวอร์ที่เรียกว่า โดเมนเนมเซอร์ฟเวอร์ โดเมนเนมเซอร์ฟเวอร์จะตอบคำถามเมื่อมีผู้ถามมา การตอบคำถามนี้จะให้ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการติดต่อ

อย่างไรก็ดี การติดต่อสื่อสารมีรูปแบบโปรโตคอลแบบ Connectionless และ Connection โดยวิธีแรกคือ Connectionless Protocol เป็นวิธีการส่งข้อมูลไปในเครือข่ายแบบการส่งจดหมาย จดหมายทุกซองจะได้รับการนำส่งไปยังปลายทาง โดยมีตัวกลางนำไปส่งให้ ผู้ส่งไม่ต้องรู้ว่าสถานีปลายทางอยู่ที่ใด การใช้ข้อมูลเป็นแพ็กเกตจึงเหมือนกับซองจดหมายที่ส่งออกไป วิธีการนี้ใช้กับไอพีแพ็กเกตที่ใช้บนอินเทอร์เน็ต การรับส่งจึงไม่จำเป็นต้องเชื่อมสถานีต้นทางกับปลายทางในลักษณะให้เกิดวงจรสื่อสารก่อน แต่อีกวิธีหนึ่งเรียกว่า Connection Protocol คือก่อนการสื่อสารจะเกิดขึ้นได้ ต้องหาตำแหน่งแอดเดรสกันให้ได้ และให้สถานีต้นทางและปลายทางติดต่อกันได้ และรับรู้เส้นทางที่แน่นอน เกิดเป็นวงจรเทียมก่อนจึงค่อยรับส่งข้อมูล วิธีนี้จะได้วงจรสื่อสารที่ชัดเจนและมีการสื่อสารผ่านช่องสื่อสารนี้ รูปแบบการสื่อสารนี้จึงเป็นหนทางที่จะทำให้ระบบสื่อสารมีลักษณะเหมือนวงจรสื่อสารแบบโทรศัพท์ที่ต้องหมุนหมายเลขติดต่อกัน เพื่อให้ได้วงจรสื่อสารก่อนจึงจะพูดคุยกันได้ จึงเหมาะกับงานรับส่งด้วยเวลาจริง และควบคุมช่องสื่อสารตามความกว้างที่ต้องการ

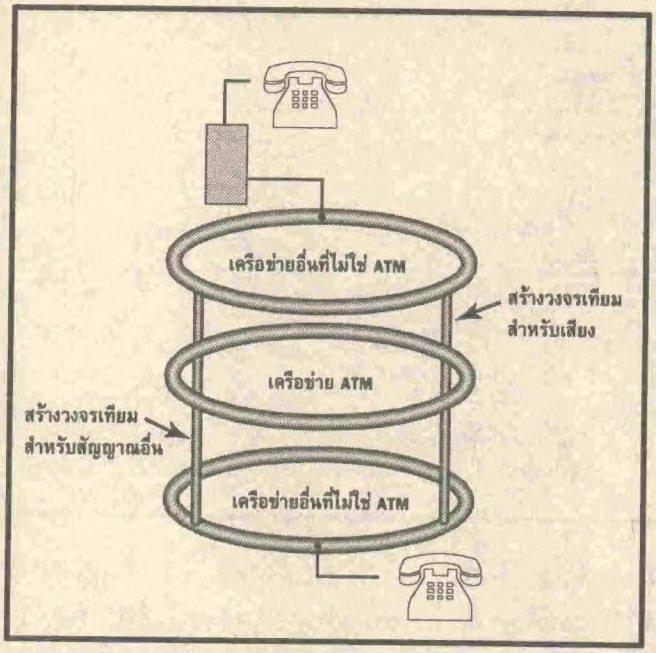


รูปที่ 11
เครือข่ายเอทีเอ็มใช้เซอร์ฟเวอร์เก็บแอดเดรส

แพ็กเกตเสียงกับเครือข่ายข้อมูล

เพื่อมีพื้นฐานทางด้านการแปลงสัญญาณเสียงเป็นข้อมูลดิจิตอลที่รับส่งสัญญาณแบบดิจิตอลได้ ปัจจุบันมีการสร้างเครือข่ายข้อมูลหลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะเทคโนโลยีสมัยใหม่ก็เพื่อให้รองรับการใช้งานด้วยเวลาจริงและมีประสิทธิภาพพอที่จะใช้กับแพ็กเกตเสียงได้เป็นอย่างดี

เครือข่ายข้อมูลที่รองรับแพ็กเกตเสียงในปัจจุบันและมีแนวโน้มที่ดีที่จะใช้กับระบบเสียง หรือเป็นวงจรสื่อสารโทรศัพท์ได้ มีหลายเทคโนโลยี เช่น เอทีเอ็ม เฟรมรีเลย์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (ไอพี) เป็นต้น



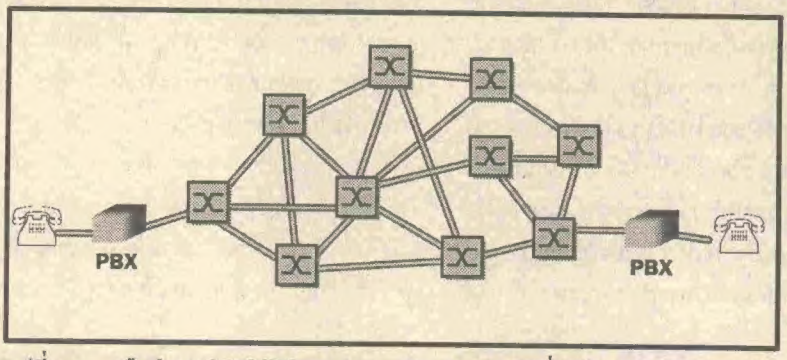
รูปที่ 12 เอทีเอ็มสร้างวงจรเทียมเชื่อมโยง

แพ็กเกตเสียงบนเครือข่ายเอทีเอ็ม

เราทราบแล้วว่า เอทีเอ็มเป็นเครือข่ายดาวรุ่งที่มีแนวโน้มการใช้งานได้กว้างขวาง เอทีเอ็มส่งรับข้อมูลเป็นเซลล์ขนาดคงที่คือ 53 ไบต์ โดยเป็นข้อมูลขนาด 48 ไบต์ และส่วนหัวอีก 5 ไบต์ สัญญาณเสียงพูดถูกแปลงเป็นดิจิตอลจากหลักการของ PCM หรือการลดขนาดแล้วนำมาบรรจุลงในเซลล์ของเอทีเอ็ม ในลักษณะเป็นแพ็กเกตเล็ก ๆ โครงสร้างการเชื่อมโยงแสดงเป็นดังรูปที่ 12

ปัจจุบันมีการพัฒนาโปรโตคอลให้รองรับการสื่อสารด้วยแพ็กเกตเสียง โดยให้เอทีเอ็มเป็นตัวกลางเชื่อม PBX หรือการสื่อสารทางเสียงเพื่อสร้างวงจรเทียมระหว่างกัน หรือสร้างทรังค์ระหว่าง PBX เช่น ทรังค์ของ PBX ที่มีขนาดความกว้างเป็น E1, E2 หรือ E3 ก็สามารถสร้างวงจรเชื่อมระหว่างกันได้

เอทีเอ็มส่วนใหญ่มีช่องการสื่อสารกว้าง เช่น แบบ OCB ใช้ตัวกลางเป็นเส้นใยแก้วนำแสง มีความกว้างถึง 155 ล้านบิตต่อวินาที จึงทำให้สร้างวงจรเทียมได้ดี การให้คุณภาพการสื่อสารจึงทำได้ดี มีการจัดลำดับและการกำหนดการสำรองแถบกว้างตามที่ต้องการได้ เครือข่ายเอทีเอ็มจึงเป็นเครือข่ายที่ออกแบบมาเพื่อให้เพิ่มเติมการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายสัญญาณเสียงเข้าหากันได้ และรองรับการขยายตัวทางด้านสื่อสารด้วยเสียงเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบโทรศัพท์ต่อไป



รูปที่ 13 เครือข่ายเอทีเอ็มใช้วิธีการ Connection Protocol เชื่อมโยงวงจรเทียมระหว่าง PBX เพื่อให้แพ็กเกตเสียงผ่าน

รูปที่ 14 การติดต่อทางโทรศัพท์ผ่านวงจรเฟรมรีเลย์

เฟรมรีเลย์กับแพ็กเกตเสียง

เฟรมรีเลย์เป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาให้รองรับการสื่อสารแถบกว้าง ทั้งที่เป็นแลนและแวน รวมทั้งมีการพัฒนาโปรโตคอลเชื่อมต่อให้รองรับในเรื่องแพ็กเกตเสียงให้ได้

เฟรมรีเลย์ก็เหมือนเครือข่ายอื่นเช่นเอทีเอ็ม มีการรับส่งข้อมูลเป็นเฟรม และสามารถสร้างโปรโตคอลการเชื่อมโยงแบบวงจรเทียมผ่านเครือข่ายเฟรมรีเลย์ได้ มีการสร้างมาตรฐาน FRF.11 สำหรับการเชื่อมต่อแบบแพ็กเกตเสียง

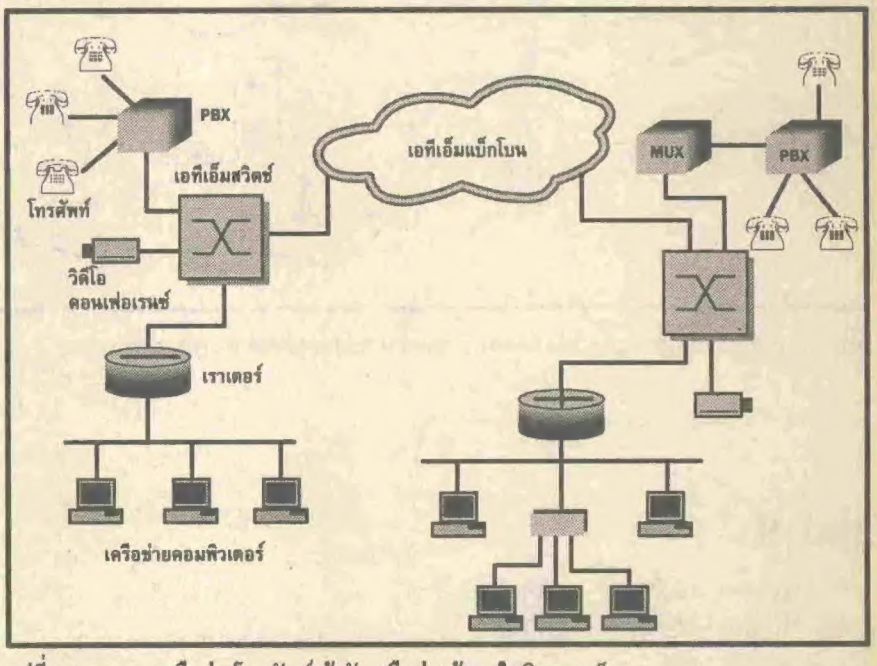
- เฟรมรีเลย์มีลักษณะเป็นเฟรมขนาดเล็ก โดยนำข้อมูลเสียงมาแปลงเป็นเฟรมข้อมูลแล้วส่งต่อไปยังวงจรเทียมที่สร้างขึ้นมา พัฒนาการทางด้านแพ็กเกตเสียงจึงต้องมีการสร้างโปรโตคอลพิเศษที่แปลงรูปแบบของสัญญาณต่าง ๆ ให้เข้าระบบและทำงานร่วมกับแพ็กเกตต่าง ๆ

ระบบแพ็กเกตเสียงบนไอพี

เครือข่าย TCP/IP เป็นเครือข่ายที่มีผู้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย การเชื่อมโยงเครือข่าย IP ใช้เราเตอร์เป็นตัวกำหนดเส้นทาง การออกแบบเราเตอร์จึงให้รองรับโปรโตคอลที่ใช้กับแพ็กเกตเสียง

การผนวกเครือข่ายเสียงเข้ากับเครือข่ายข้อมูลมีแนวโน้มที่เด่นชัด เพราะการใช้งานทางด้านเสียงมีความเป็นไปได้ การสร้างอินเทอร์เน็ตโฟนในขอบเขตจำกัดของการเชื่อมโยงแบบคุณภาพต่ำได้พิสูจน์ให้เห็นว่า ระบบโทรศัพท์บนอินเทอร์เน็ตคงจะไปด้วยกันได้และจะเชื่อมโยงเป็นระบบเดียวกัน

รูปที่ 15 การใช้เครือข่าย TCP/IP เชื่อมกับ PBX



รูปที่ 16 การผสมเครือข่ายโทรศัพท์เข้ากับเครือข่ายข้อมูลในอินทราเน็ต

แนวทางของการเชื่อมเครือข่ายข้อมูลกับโทรศัพท์

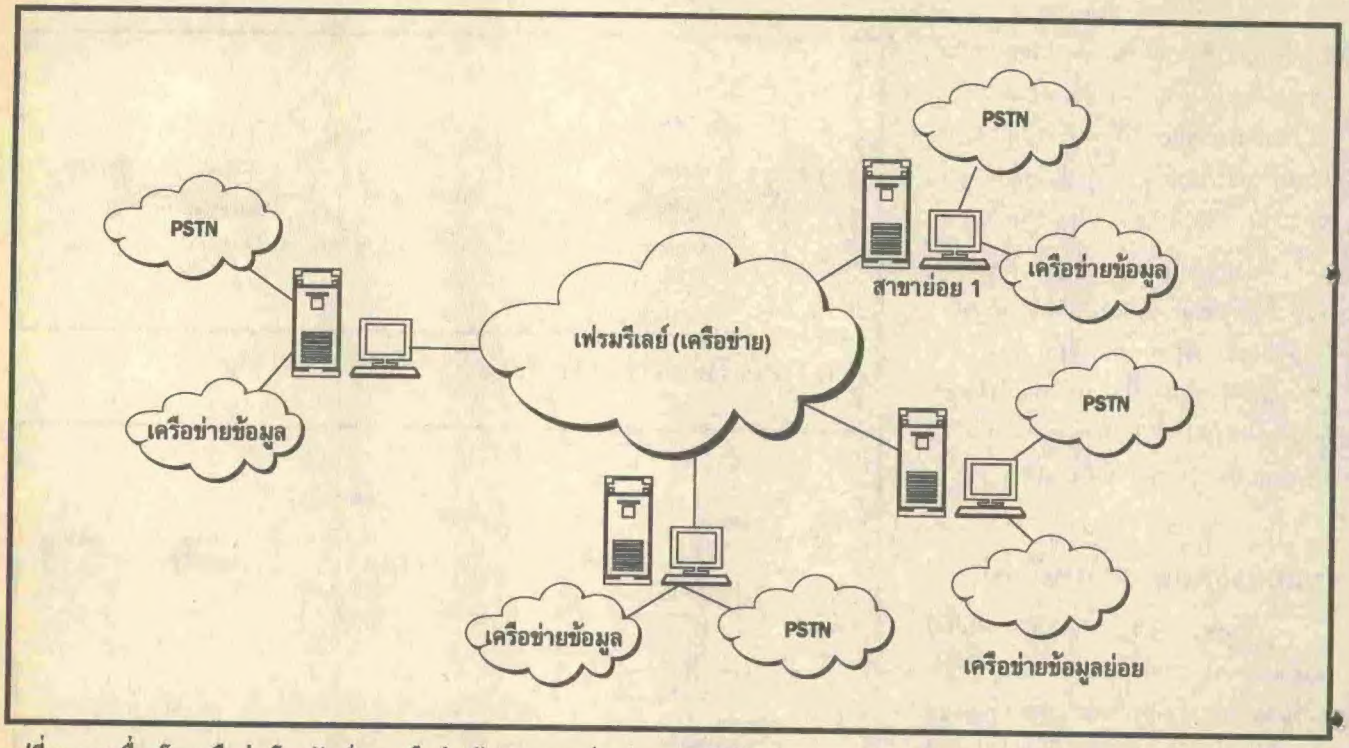
จากการพัฒนาเอทีเอ็ม เฟรมรีเลย์ หรือเราเตอร์ สวิตชิงต่าง ๆ ทำให้มีโปรโตคอลที่รองรับการเชื่อมโยงระบบโทรศัพท์เข้าสู่เครือข่ายได้ หลายองค์กรโดยเฉพาะการสร้างเครือข่ายอินทราเน็ตของตนเองจึงได้วางแผนที่จะรวมเอาเครือข่ายโทรศัพท์กับเครือข่ายข้อมูล เครือข่ายวิดีโอคอนเฟอเรนซ์เข้าด้วยกัน การเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นหนทางการลดค่าใช้จ่ายและลดค่าบริการระบบสื่อสารที่ต้องจ่ายเป็นค่าบริการอีก

องค์กรขนาดใหญ่หลายองค์กรจึงวางเครือข่ายแบ็กโบนของตนเองให้ใช้กับข้อมูลและขยายต่อเป็นการใช้โทรศัพท์ร่วมด้วย

รูปที่ 16 เป็นการเชื่อมโยงเครือข่ายอินทราเน็ตให้รองรับการทำงานหลากหลายรูปแบบ

หรือองค์กรมีสาขาอยู่กระจัดกระจายทั่วไป และอาจจะมีสาขาอยู่ต่างประเทศด้วยก็ได้ การสร้างเครือข่ายขึ้นเพื่อใช้งานของตนเองให้เป็นเครือข่ายอินทราเน็ต อาจมีการสร้างเครือข่ายที่เชื่อมโยงประสานกัน โดยผ่านการบริการแบบเฟรมรีเลย์ การจัดวางเครือข่ายบนเฟรมรีเลย์ในรูปแบบผสมทั้งข้อมูลและโทรศัพท์จึงเป็นเรื่องที่องค์กรสามารถดำเนินการได้ และทำให้ค่าบริการทางโทรศัพท์โดยรวมของระบบถูกลง เพราะเข้ามาแบ่งใช้กับเครือข่ายหลักข้อมูล

รูปที่ 17 เป็นการสร้างเครือข่ายเฟรม-รีเลย์เพื่อเชื่อมโยงสาขาต่าง ๆ ขององค์กรเข้าด้วยกัน และเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบโทรศัพท์ ทำให้การบริการโทรศัพท์มีลักษณะเป็นการเรียกจากท้องถิ่นของตน



รูปที่ 17 การเชื่อมโยงเครือข่ายโทรศัพท์และเครือข่ายข้อมูลขององค์กรผ่านทางเฟรมรีเลย์

บทสรุป

พัฒนาการทางด้านเครือข่ายโทรศัพท์ PSTN ในรอบ 20 ปีที่ผ่านมาไม่มีอะไรก้าวหน้ามากนัก การใช้เทคนิคในเรื่องดิจิตอลและ PCM ได้ใช้กันมานานพอควร เทคนิคของการสวิตชิงก็เป็นเทคนิคที่ได้รับการพัฒนาและใช้กันมานานพอควร

แต่ในช่วงเวลาที่ผ่านมาสิบปี พัฒนาการทางด้านเครือข่ายข้อมูลได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้าไปไกลมาก โดยเฉพาะเทคนิค ACELP ที่ใช้มาตรฐาน G.729 สามารถบีบอัดข้อมูลจนทำให้การส่งข้อมูลไปในสายสัญญาณของเครือข่ายข้อมูลได้มากเป็น 16 เท่าของการรับส่งแบบเดิมที่ใช้ในเทคโนโลยี PSTN ด้วยเหตุนี้เองการพัฒนาการบนพื้นฐานของเครือข่ายข้อมูลที่เป็นแพ็กเกตจึงเป็นที่กล่าวถึงและกำลังอยู่ในระหว่างการแข่งขันกันพัฒนาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ระบบสื่อสารทางเสียงเป็นสิ่งที่มีบทบาทและสร้างความสำคัญในเรื่องการสื่อสารของโลก ปริมาณการใช้ระบบสื่อสารทางเสียงจึงมีมากและเพิ่มขึ้น จนไม่สามารถสร้างให้รองรับความต้องการให้ทัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าราคาค่าบริการถูกลง ก็จะมีการใช้บริการมากขึ้น

จากพัฒนาการในเรื่องแพ็กเกตเสียงที่กำลังจะเริ่มขึ้น จึงเป็นหนทางที่แน่ชัดว่าจะเข้ามามีบทบาทที่สำคัญต่อการใช้งานบนเครือข่ายข้อมูล และจะเป็นเครือข่ายหลักของระบบโทรศัพท์ที่ทุกองค์กรให้ความสำคัญในการขยายระบบให้รองรับได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Cisco System, "Packet Voice Primer", White paper, 1997